

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/CH04/000735

International filing date: 13 December 2004 (13.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: EP  
Number: 03405899.0  
Filing date: 16 December 2003 (16.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 25 January 2005 (25.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/CH04/00735



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03405899.0

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk





Anmeldung Nr:  
Application no.: 03405899.0  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 16.12.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

ABB Schweiz AG  
Brown Boveri Strasse 6  
5400 Baden  
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Umrichterschaltung mit zwei Teilumrichtern

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H02M/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI



03/073

5

10

## Umrichterschaltung mit zwei Teilumrichtern

### BESCHREIBUNG

15 **Technisches Gebiet**

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Leistungselektronik. Sie geht aus von einer Umrichterschaltung gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

20

### Stand der Technik

Heute werden in vielen Anwendungen Hochleistungsspannungsumrichterschaltungen eingesetzt. Eine solche Umrichterschaltung umfasst dazu beispielsweise zwei Teilumrichter, wobei  
25 jeder Teilumrichter einen Gleichspannungskreis aufweist, der durch einen Kondensator gebildet ist. Weiterhin umfasst jeder Teilumrichter Leistungshalbleiterschalter, die üblicherweise derart verschaltet sind, dass zwei Schaltspannungsniveaus, nämlich die positive Zwischenkreisspannung und die negative Zwischenkreisspannung, an die Teilumrichterphasen des zugehörigen Teilumrichters geschaltet werden können. Jeder Teilumrichter weist üblicher-  
30 weise drei Teilumrichterphasen auf, wobei jeweils eine Teilumrichterphase des ersten Teilumrichters mit jeweils einer Teilumrichterphase des zweiten Teilumrichters verbunden ist. Die vorstehend genannte gängige dreiphasige Umrichterschaltung ist in Fig. 1a gezeigt. Gemäss Fig. 1a ist weiterhin ein dreiphasiger Transformator vorgesehen, wobei die Sekundärwicklungen des Transformators mit den verbundenen Teilumrichterphasen des ersten und

03/073

- 2 -

zweiten Teilumrichters verbunden sind. In der in Fig. 1a gezeigten Umrichterschaltung ist dabei jeweils ein erster Anschluss einer jeden Sekundärwicklung mit jeweils einer Verbindung zweier Teilumrichterphasen verbunden. Die jeweiligen zweiten Anschlüsse der Sekundärwicklungen sind zu einer gängigen Sternschaltung verschaltet. Die Primärwicklungen sind  
5 gemäss Fig. 1a ebenfalls zu einer gängigen Sternschaltung verschaltet. Für den Betrieb der Umrichterschaltung ist in jeder Teilumrichterphase des ersten und zweiten Teilumrichters eine Induktivität vorgesehen, die zur Erzeugung einer im weitesten Sinne sinusförmigen Phasenspannung der zugehörigen Teilumrichterphase des jeweiligen Teilumrichters dient. Darüber hinaus werden die Halbleiterschalter des ersten und zweiten Teilumrichters für den Be-  
10 trieb der Umrichterschaltung mit Schaltsignalen mit einer vorgegebenen Schaltfrequenz angesteuert, wobei die Schaltsignale des ersten Teilumrichters  $180^\circ$  phasenversetzt zu den Schaltsignalen des zweiten Teilumrichters sind. In Fig. 1b ist ein typischer zeitlicher Verlauf der Ausgangsströme der Umrichterschaltung nach Fig. 1a beispielsweise auf der Primärseite des Transformators gezeigt. Ferner ist in Fig. 1c ein Frequenzspektrum eines solchen Ausgangstromes gemäss Fig. 1b dargestellt. Weiterhin ist in Fig. 1d ein typischer zeitlicher Ver-  
15 lauf der Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung nach Fig. 1a beispielsweise auf der Primärseite des Transformators gezeigt. Schliesslich zeigt Fig. 1e ein Frequenzspektrum einer solchen Ausgangsspannung gemäss Fig. 1d.

20 Problematisch bei einer solchen gängigen Umrichterschaltung ist, dass schaltungsbedingt, d.h. dass jeweils ein Anschluss einer jeden Sekundärwicklung mit jeweils einer Verbindung zweier Teilumrichterphasen verbunden ist, ein sehr grosser Amplitudenanteil bezüglich der Schaltfrequenz und deren ungerade Vielfache sowohl in den Ausgangsströmen nach Fig. 1b und Fig. 1c als auch in den Ausgangsspannungen nach Fig. 1d und Fig. 1e, beim Betrieb der  
25 Umrichterschaltung gemäss Fig. 1a auftritt. Diese grossen Amplitudenanteile sind beispielsweise bei Anschluss der Umrichterschaltung mittels des Transformators an ein elektrisches Versorgungsnetz in höchsten Masse unerwünscht. Es ist zwar jeweils ein mit dem ersten Anschluss einer jeden Sekundärwicklung verbundener Filterkondensator vorgesehen, welcher zusammen mit der Induktivität einer jeden Phase des ersten und zweiten Teilumrichters ei-  
30 nen Resonanzkreis bildet und eine teilweise Reduktion des Amplitudenanteils bezüglich der Schaltfrequenz sowohl in den Ausgangsströmen als auch in den Ausgangsspannungen bewirken mag. Jedoch sind solche Filterkondensatoren und die Induktivitäten, um eine einiger- massen vernünftige Reduktion des Amplitudenanteils bezüglich der Schaltfrequenz in den

03/073

- 3 -

Ausgangsströmen und in den Ausgangsspannungen zu bewirken, bezüglich ihrer Kapazitäts- bzw. Induktivitätswerte gross auszulegen, weisen somit eine grosse Baugrösse und ein grosses Gewicht auf, benötigen dadurch entsprechend viel Platz und sind damit insgesamt sehr teuer. Desweiteren verkompliziert sich der Aufbau der Umrichterschaltung und die allfällige  
5 Wartung der Umrichterschaltung durch solche gross ausgelegten Induktivitäten und Filterkondensatoren, wodurch zusätzliche Kosten entstehen.

### Darstellung der Erfindung

10

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Umrichterschaltung anzugeben, bei welcher nahezu keine Amplitudenanteile bezüglich der Schaltfrequenz der Umrichterschaltung bei deren Betrieb in den Ausgangsströmen der Umrichterschaltung und in den Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung auftreten. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1  
15 gelöst. In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Die erfindungsgemässe Umrichterschaltung umfasst einen ersten und einen zweiten Teilumrichter, wobei jeder Teilumrichter einen Gleichspannungskreis aufweist und jeweils eine Teilumrichterphase des ersten Teilumrichters mit jeweils einer Teilumrichterphase des zweiten Teilumrichters verbunden ist. Weiterhin umfasst die erfindungsgemässe Umrichterschaltung einen Transformator, wobei die Sekundärwicklungen des Transformators mit den verbundenen Teilumrichterphasen des ersten und zweiten Teilumrichters verbunden sind. Erfindungsgemäss ist jeweils eine Sekundärwicklung seriell in jede Verbindung einer Teilumrichterphase des ersten Teilumrichters mit einer Teilumrichterphase des zweiten Teilumrichters eingeschaltet. Diese jeweilige Einschaltung einer Sekundärwicklung bewirkt vorteilhaft eine starke Reduzierung von Amplitudenanteilen bezüglich der Schaltfrequenz der Umrichterschaltung bei deren Betrieb in Ausgangsströmen und in Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung, so dass diese Amplitudenanteile im Vergleich zu gängigen Umrichterschaltungen nahezu  
20 nicht auftreten. Zudem können Amplitudenanteile bezüglich ungerader Vielfache der Schaltfrequenz durch die jeweilige Einschaltung einer Sekundärwicklung mit Vorteil ebenfalls stark reduziert werden, so dass auch diese Amplitudenteile weitestgehend unterdrückt sind. Ein normalerweise mit der Umrichterschaltung über den Transformator verbundenes elektrisches  
25  
30



03/073

- 4 -

Versorgungsnetz wird somit vorteilhaft durch Amplitudenanteile bezüglich der Schaltfrequenz und deren ungerade Vielfache nicht nennenswert oder nur äusserst gering belastet.

5 Ferner wird eine Energiespeichereinrichtung mit einer ersten und zweiten Spannungsquelle angegeben, bei der die erfindungsgemässe Umrichterschaltung vorgesehen ist und dabei der Gleichspannungskreis des ersten Teilumrichters mit der ersten Spannungsquelle verbunden ist und der Gleichspannungskreis des zweiten Teilumrichters mit der zweiten Spannungsquelle verbunden ist. Neben den bereits bei der erfindungsgemässen Umrichterschaltung genannten Vorteilen lässt sich die Energiespeichereinrichtung durch die Verwendung  
10 der erfindungsgemässen Umrichterschaltung besonders einfach und platzsparend bezüglich ihres Aufbaus realisieren.

Desweiteren wird Antriebssystem mit einem ersten und einem zweiten Antriebsumrichter angegeben, welche mit einer rotierenden elektrischen Maschine verbunden sind und bei dem  
15 die erfindungsgemässe Umrichterschaltung vorgesehen ist. Dabei ist der Gleichspannungskreis des ersten Teilumrichters mit dem ersten Antriebsumrichter verbunden und der Gleichspannungskreis des zweiten Teilumrichters mit dem zweiten Antriebsumrichter verbunden. Zusätzlich zu den bereits bei der erfindungsgemässen Umrichterschaltung genannten Vorteilen lässt sich auch ein solches Antriebssystem durch die Verwendung der erfindungsgemässen Umrichterschaltung besonders einfach und platzsparend bezüglich seines Aufbaus reali-  
20 sieren.

Darüber hinaus wird ein Umrichtersystem mit einem ersten und einem zweiten Lastumrichter zur Speisung einer elektrischen Last angegeben, bei dem die erfindungsgemässe Umrichter-  
25 schaltung vorgesehen ist und dabei der Gleichspannungskreis des ersten Teilumrichters mit dem ersten Lastumrichter verbunden ist und der Gleichspannungskreis des zweiten Teilumrichters mit dem zweiten Lastumrichter verbunden ist. Neben den bereits bei der erfindungsgemässen Umrichterschaltung genannten Vorteilen lässt sich auch ein solches Umrichtersystem durch die Verwendung der erfindungsgemässen Umrichterschaltung besonders ein-  
30 fach und platzsparend bezüglich seines Aufbaus realisieren.

03/073

- 5 -

Diese und weitere Aufgaben, Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit der Zeichnung offensichtlich.

5

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

- Fig. 1a eine gängige Ausführungsform einer Umrichterschaltung,
- 10 Fig. 1b typischer zeitlicher Verlauf der Ausgangsströme der Umrichterschaltung nach Fig. 1a an der Primärseite des Transformators,
- Fig. 1c typisches Frequenzspektrum eines Ausgangsstromes nach Fig. 1b,
- 15 Fig. 1d typischer zeitlicher Verlauf der Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung nach Fig. 1a an der Primärseite des Transformators,
- Fig. 1e typisches Frequenzspektrum einer Ausgangsspannung nach Fig. 1d,
- 20 Fig. 2a eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Umrichterschaltung,
- Fig. 2b zeitlicher Verlauf der Ausgangsströme der Umrichterschaltung nach Fig. 2a an der Primärseite des Transformators,
- 25 Fig. 2c Frequenzspektrum eines Ausgangsstromes nach Fig. 2b,
- Fig. 2d zeitlicher Verlauf der Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung nach Fig. 2a an der Primärseite des Transformators,
- 30 Fig. 2e Frequenzspektrum einer Ausgangsspannung nach Fig. 2d,
- Fig. 3 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung,

03/073

- 6 -

Fig. 4 eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung,

Fig. 5 eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Energiespeichereinrichtung,

5

Fig. 6 eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Antriebssystems und

Fig. 7 eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Umrichtersystems.

10 Die in der Zeichnung verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die beschriebenen Ausführungsformen stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

15

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

In Fig. 2a ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Umrichterschaltung dargestellt. Die Umrichterschaltung umfasst einen ersten und einen zweiten Teilumrichter 1, 2, wobei jeder Teilumrichter 1, 2 einen Gleichspannungskreis 3 aufweist. Gemäss Fig. 2a ist jeder Teilumrichters 1, 2 zur Schaltung von zwei Schaltspannungsniveaus, nämlich die positive Gleichspannung und die negative Gleichspannung des zugehörigen Gleichspannungskreises 3, ausgebildet. Jeder Gleichspannungskreis 3 weist dann gemäss Fig. 2a einen Kondensator auf. Es ist aber auch denkbar, dass der jeder Teilumrichter 1, 2 allgemein zur Schaltung von n Schaltspannungsniveaus ausgebildet ist, wobei  $n \geq 2$  ist und wobei der zugehörige Gleichspannungskreis 3 dann entsprechend ausgeführt ist. Gemäss Fig. 2a ist jeweils eine Teilumrichterphase  $u_1, v_1, w_1$  des ersten Teilumrichters 1 mit jeweils einer Teilumrichterphase  $u_2, v_2, w_2$  des zweiten Teilumrichters 2 verbunden. Desweiteren ist ein Transformator 4 vorgesehen, wobei die Sekundärwicklungen 6 des Transformators 4 mit den verbundenen Teilumrichterphasen  $u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2$  des ersten und zweiten Teilumrichters 1, 2 verbunden sind. Erfindungsgemäss ist jeweils eine Sekundärwicklung 6 seriell in jede Verbindung einer Teilumrichterphase  $u_1, v_1, w_1$  des ersten Teilumrichters 1 mit einer Teilumrichterphase  $u_2, v_2, w_2$  des zweiten Teilumrichters 2 eingeschaltet. Die Halbleiterschalter

03/073

- 7 -

des ersten und zweiten Teilumrichters 1, 2 werden für den Betrieb der Umrichterschaltung mit Schaltsignalen mit einer vorgegebenen Schaltfrequenz angesteuert, wobei die Schaltsignale des ersten Teilumrichters 1  $180^\circ$  phasenversetzt zu den Schaltsignalen des zweiten Teilumrichters 1 sind und die Schaltfrequenz beispielsweise 5kHz beträgt. In Fig. 2b ist dazu ein zeitlicher Verlauf der Ausgangsströme der erfindungsgemässen Umrichterschaltung nach Fig. 2a an der Primärseite des Transformators 4 gezeigt. Weiterhin ist in Fig. 2c ein Frequenzspektrum eines Ausgangsstromes nach Fig. 2b dargestellt. Ferner ist in Fig. 2d ein zeitlicher Verlauf der Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung nach Fig. 2a an der Primärseite des Transformators 4 dargestellt. Schliesslich zeigt Fig. 2e ein Frequenzspektrum einer Ausgangsspannung nach Fig. 2d. Die jeweilige serielle Einschaltung einer Sekundärwicklung 6 in jede Verbindung einer Teilumrichterphase  $u_1, v_1, w_1$  des ersten Teilumrichters 1 mit einer Teilumrichterphase  $u_2, v_2, w_2$  des zweiten Teilumrichters 2 bewirkt gemäss Fig. 2b bis Fig. 2e vorteilhaft eine starke Reduzierung von Amplitudenanteilen bezüglich der Schaltfrequenz der Umrichterschaltung bei deren Betrieb in Ausgangsströmen und in Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung. Im Vergleich zu dem eingangs erwähnten typischen zeitlichen Verlauf der Ausgangsströme nach Fig. 1b der Umrichterschaltung nach dem Stand der Technik gemäss Fig. 1a mit dem zugehörigen Frequenzspektrum gemäss Fig. 1c und dem weiterhin eingangs erwähnten typischen zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannungen nach Fig. 1d der Umrichterschaltung nach dem Stand der Technik gemäss Fig. 1a mit dem zugehörigen Frequenzspektrum gemäss Fig. 1e wird diese Reduktion von Amplitudenanteilen bezüglich der Schaltfrequenz besonders deutlich sichtbar, d.h. diese Amplitudenanteile treten im Vergleich zu einer gängigen Umrichterschaltung nach Fig. 1a nahezu nicht auf. Zudem können Amplitudenanteile bezüglich ungerader Vielfache der Schaltfrequenz durch die jeweilige Einschaltung einer Sekundärwicklung 6 mit Vorteil ebenfalls stark reduziert werden, so dass auch diese Amplitudenteile weitestgehend unterdrückt sind. Dies zeigt ebenfalls der Vergleich von Fig. 1b bis Fig. 1e mit Fig. 2b bis Fig. 2e sehr deutlich. Ein normalerweise mit der Umrichterschaltung über den Transformator 4 verbundenes elektrisches Versorgungsnetz wird somit vorteilhaft durch Amplitudenanteile bezüglich der Schaltfrequenz und deren ungerade Vielfache nicht nennenswert oder nur äusserst gering belastet.

30

Vorzugsweise ist bei einem der Teilumrichter 1, 2 zwischen jeder Teilumrichterphase  $u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2$  und der Sekundärwicklung 6 eine Induktivität 7 seriell eingeschaltet. Gemäss Fig. 2a kann es aus Symmetriegründen aber auch vorteilhaft sein, dass bei beiden Teilum-

03/073

- 8 -

richtern 1, 2 zwischen jeder Teilumrichterphase  $u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2$  und der Sekundärwicklung 6 eine Induktivität 7 seriell eingeschaltet ist. Die jeweilige Induktivität 7 dient vorteilhaft der Erzeugung einer im weitesten Sinne sinusförmigen Phasenspannung der zugehörigen Teilumrichterphase  $u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2$  des jeweiligen Teilumrichters 1, 2.

5

In Fig. 2a ist ferner an jeder Teilumrichterphase  $u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2$  ein Phasentrennschalter 9 vorgesehen, der vorteilhaft zur Abtrennung des zugehörigen Teilumrichters 1, 2, beispielsweise im Fehlerfall des zugehörigen Teilumrichters 1, 2 oder zu dessen Wartungszwecken dient. Weiterhin ist bei der ersten Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung nach Fig. 2a ein Filterkondensator 8 parallel zu jeder Sekundärwicklung 6 geschaltet. Der jeweilige Filterkondensator 8 zusammen mit der jeweiligen Sekundärwicklung 6 und der Induktivität 7 bildet einen Resonanzkreis, der vorzugsweise eine Tiefpasscharakteristik aufweist, wobei der Filterkondensator 8 bezüglich seines Kapazitätswertes vorzugsweise derart ausgelegt ist, dass der Resonanzkreis eine Eckfrequenz von im wesentlichen  $2/3$  der Schaltfrequenz aufweist. Bei der bereits vorstehend beispielhaft erwähnten Schaltfrequenz von 5kHz ergäbe dies eine Eckfrequenz des Resonanzkreises im Bereich von 3kHz. Der derart realisierte Resonanzkreis dient vorteilhaft der weiteren Reduzierung der Amplitudenanteile bezüglich der Schaltfrequenz und deren ungerade Vielfache in Ausgangsströmen und in Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung. Durch die hohe Eckfrequenz, welche näher an der Schaltfrequenz als bei dem eingangs bereits erwähnten bekannten Resonanzkreisen liegt, kann der jeweilige Filterkondensator 8 und die jeweilige Induktivität 7 bezüglich ihrer Kapazitäts- bzw. Induktivitätswerte zudem klein im Vergleich zu dem eingangs erwähnten Resonanzkreis ausgelegt werden. Somit reduziert sich durch diese kleine Auslegung vorteilhaft auch die Baugrösse und das Gewicht des jeweiligen Filterkondensators 8 und der jeweiligen Induktivität 7 und es wird vorteilhaft entsprechend weniger Platz benötigt. Desweiteren vereinfacht sich der Aufbau der Umrichterschaltung und die allfällige Wartung der Umrichterschaltung durch solche klein ausgelegten Induktivitäten 7 und Filterkondensatoren 8, wodurch weiter Kosten eingespart werden können.

30 In Fig. 3 ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung dargestellt. Darin ist im Unterschied zu der Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung nach Fig. 2a jede Sekundärwicklung 6 durch zwei seriell miteinander verbundene Teilwicklungen gebildet, wobei der Verbindungspunkt der beiden Teilwicklungen einen

03/073

- 9 -

- Mittelpunktanschluss 16 bildet. Weiterhin ist in Fig. 3 ein Verbindungsschalter 10 zur Verbindung der Mittelpunktanschlüsse 16 miteinander vorgesehen. Tritt nun beispielsweise ein Fehler im ersten Teilumrichter 1 auf oder muss dieser gewartet werden, so wird jeder Phasentrennschalter 9 der jeweiligen Teilumrichterphase  $u_1$ ,  $v_1$ ,  $w_1$  des ersten Teilumrichters 1 geöffnet, um den ersten Teilumrichter 1 abzutrennen. Weiterhin wird der Verbindungsschalter 10 geschlossen, so dass die Umrichterschaltung vorteilhaft mit dem zweiten Teilumrichter 2 auch bei abgetrenntem ersten Teilumrichter 1 weiterbetrieben werden kann. Die Verfügbarkeit der Umrichterschaltung insgesamt kann dadurch stark erhöht werden.
- 10 In Fig. 4 ist eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung gezeigt. Darin sind im Unterschied zu der Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung nach Fig. 3 jeweils zwei seriell miteinander verbundene Filterkondensatoren 8 parallel zu jeder Sekundärwicklung 6 geschaltet, wobei der Verbindungspunkt der beiden Teilwicklungen mit dem Verbindungspunkt der beiden Filterkondensatoren 8 verbunden ist und einen Mittelpunktanschluss 16 bildet. Zudem ist auch in der Ausführungsform gemäss
- 15 Fig. 4 ein Verbindungsschalter 10 zur Verbindung der Mittelpunktanschlüsse 16 miteinander vorgesehen. Wie bei der Ausführungsform gemäss Fig. 3 kann im Fehlerfall oder zu Wartungszwecken beispielsweise am ersten Teilumrichter 1 dieser durch Öffnen eines jeden Phasentrennschalter 9 der jeweiligen Teilumrichterphase  $u_1$ ,  $v_1$ ,  $w_1$  des ersten Teilumrichters 1 abgetrennt werden und die Umrichterschaltung durch Schliessen des Verbindungsschalters 10 mit dem zweiten Teilumrichter 2 weiterbetrieben werden. Dabei dient dann eine der Teilwicklungen der Sekundärwicklung 6 der bereits bei der Ausführungsform der erfindungsgemässen Umrichterschaltung nach Fig. 2a detailliert erläuterten starken Reduzierung von Amplitudenanteilen bezüglich der Schaltfrequenz der Umrichterschaltung bei deren Betrieb in Ausgangsströmen und in Ausgangsspannungen. Weiterhin bildet bei dem vorstehend
- 20 genannten Weiterbetrieb der Umrichterschaltung mit beispielsweise dem zweiten Teilumrichter 2 jeweils eine der Teilwicklungen einer Sekundärwicklung 6 und die Induktivität 7 der zugehörigen Teilumrichterphase  $u_2$ ,  $v_2$ ,  $w_2$  des zweiten Teilumrichters 2 zusammen mit einem der zugehörigen Filterkondensatoren 8 einen Resonanzkreis, der vorteilhaft der weiteren Reduzierung der Amplitudenanteile bezüglich der Schaltfrequenz und deren ungerade Vielfache in Ausgangsströmen und in Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung dient. Auch bei dieser Ausführungsform gemäss Fig. 4 kann die Verfügbarkeit der Umrichterschaltung damit insgesamt stark erhöht werden.
- 30

03/073

- 10 -

Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, die vorstehend an Hand der Ausführungsformen gemäss Fig. 2a, Fig. 3 und Fig. 4 detailliert beschriebenen erfindungsgemässe Umrichterschaltung in einer Energiespeichereinrichtung mit einer ersten und einer zweiten

5 Spannungsquelle 11, 12 einzusetzen. In Fig. 5 ist eine Ausführungsform einer solchen erfindungsgemässen Energiespeichereinrichtung dargestellt, darin ist der Gleichspannungskreis 3 des ersten Teilumrichters 1 mit der ersten Spannungsquelle 11 verbunden und der Gleichspannungskreis 3 des zweiten Teilumrichters 2 mit der zweiten Spannungsquelle 12 verbunden. Zu den bereits bei der erfindungsgemässen Umrichterschaltung genannten Vorteilen

10 kommt hinzu, dass sich die erfindungsgemässe Energiespeichereinrichtung durch die Verwendung der erfindungsgemässen Umrichterschaltung besonders einfach und platzsparend bezüglich ihres Aufbaus realisieren lässt.

Ferner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die vorstehend an Hand der Ausführungsformen gemäss Fig. 2a, Fig. 3 und Fig. 4 detailliert beschriebenen erfindungsgemässe Umrichterschaltung in einem Antriebssystem mit einem ersten und einem zweiten Antriebsumrichter

15 13, 14 einzusetzen. In Fig. 6 ist eine Ausführungsform eines solchen erfindungsgemässen Antriebssystems gezeigt. Darin ist der erste und zweite Antriebsumrichter 13, 14 mit einer rotierenden elektrischen Maschine 15 verbunden in der in Fig. 5 gezeigten Weise verbunden.

20 Zudem ist der Gleichspannungskreis 3 des ersten Teilumrichters 1 mit dem ersten Antriebsumrichter 13 verbunden und der Gleichspannungskreis 3 des zweiten Teilumrichters 2 mit dem zweiten Antriebsumrichter 14 verbunden. Neben den bereits bei der erfindungsgemässen Umrichterschaltung genannten Vorteilen lässt sich auch ein solches Antriebssystem durch die Verwendung der erfindungsgemässen Umrichterschaltung besonders einfach und

25 platzsparend bezüglich seines Aufbaus realisieren.

Darüber hinaus hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die vorstehend an Hand der Ausführungsformen gemäss Fig. 2a, Fig. 3 und Fig. 4 detailliert beschriebenen erfindungsgemässe Umrichterschaltung in einem Umrichtersystem mit einem ersten und einem zweiten Lastumrichter

30 17, 18 zur Speisung einer elektrischen Last 19 einzusetzen. In Fig. 7 ist eine Ausführungsform eines solchen erfindungsgemässen allgemeinen Umrichtersystems dargestellt. Darin ist der Gleichspannungskreis 3 des ersten Teilumrichters 1 mit dem ersten Lastumrichter 17 verbunden und der Gleichspannungskreis 3 des zweiten Teilumrichters 2 mit dem

03/073

- 11 -

zweiten Lastumrichter 18 verbunden. Gemäss Fig. 7 ist eine elektrische Last 19 mit dem ersten Lastumrichter 17 und eine weitere elektrische Last 19 mit dem zweiten Lastumrichter 18 verbunden. Es ist aber auch denkbar, dass der erste Lastumrichter 17 und der zweite Lastumrichter 18 mit einer einzigen gemeinsamen elektrischen Last 19 verbunden ist. Alternativ dazu ist es ebenfalls denkbar, dass jeder Lastumrichter 17, 18 jeweils mit einer Vielzahl an elektrischen Lasten 19 verbunden ist, wobei dann der erste und der zweite Lastumrichter 17, 18 insbesondere über einen Teil der elektrischen Lasten 19 miteinander verbunden sind. Zusätzlich zu den bereits bei der erfindungsgemässen Umrichterschaltung genannten Vorteilen lässt sich auch ein solches Umrichtersystem durch die Verwendung der erfindungsgemässen Umrichterschaltung besonders einfach und platzsparend bezüglich seines Aufbaus realisieren.



03/073

- 12 -

**Bezugszeichenliste**

	1	erster Teilumrichter
	2	zweiter Teilumrichter
	3	Gleichspannungskreis
5	4	Transformator
	5	Primärwicklung
	6	Sekundärwicklung
	7	Induktivität
	8	Filterkondensator
10	9	Phasentrennschalter
	10	Verbindungsschalter
	11	erste Spannungsquelle
	12	zweite Spannungsquelle
	13	erster Antriebsumrichter
15	14	zweiter Antriebsumrichter
	15	rotierende elektrische Maschine
	16	Mittelpunktanschluss
	17	erste Lastumrichter
	18	zweiter Lastumrichter
20	19	elektrische Last

03/073

- 13 -

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Umrichterschaltung mit einem ersten und einem zweiten Teilumrichter (1, 2), wobei jeder Teilumrichter (1, 2) einen Gleichspannungskreis (3) aufweist und jeweils eine Teilumrichterphase (u1, v1, w1) des ersten Teilumrichters (1) mit jeweils einer Teilumrichterphase (u2, v2, w2) des zweiten Teilumrichters (2) verbunden ist, und mit einem Transformator (4), wobei die Sekundärwicklungen (6) des Transformators (4) mit den verbundenen Teilumrichterphasen (u1, v1, w1, u2, v2, w2) des ersten und zweiten Teilumrichters (1,2) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine Sekundärwicklung (6) seriell in jede Verbindung einer Teilumrichterphase (u1, v1, w1) des ersten Teilumrichters (1) mit einer Teilumrichterphase (u2, v2, w2) des zweiten Teilumrichters (2) eingeschaltet ist.
2. Umrichterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem der Teilumrichter (1, 2) zwischen jeder Teilumrichterphase (u1, v1, w1, u2, v2, w2) und der Sekundärwicklung (6) eine Induktivität (7) seriell eingeschaltet ist.
3. Umrichterschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei beiden Teilumrichtern (1, 2) zwischen jeder Teilumrichterphase (u1, v1, w1, u2, v2, w2) und der Sekundärwicklung (6) eine Induktivität (7) seriell eingeschaltet ist.
4. Umrichterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an jeder Teilumrichterphase (u1, v1, w1, u2, v2, w2) ein Phasentrennschalter (9) vorgesehen ist.
5. Umrichterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Sekundärwicklung (6) durch zwei seriell miteinander verbundene Teilwicklungen gebildet ist, wobei der Verbindungspunkt der beiden Teilwicklungen einen Mittelpunktanschluss (16) bildet.
6. Umrichterschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Filterkondensator (8) parallel zu jeder Sekundärwicklung (6) geschaltet ist.

03/073

- 14 -

7. Umrichterschaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils zwei seriell miteinander verbundene Filterkondensatoren (8) parallel zu jeder Sekundärwicklung (6) geschaltet sind, wobei der Verbindungspunkt der beiden Teilwicklungen mit dem Verbindungspunkt der beiden Filterkondensatoren (8) verbunden ist und einen Mittelpunktanschluss (16) bildet.  
5
8. Umrichterschaltung nach Anspruch 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbindungsschalter (10) zur Verbindung der Mittelpunktanschlüsse (16) miteinander vorgesehen ist.  
10
9. Energiespeichereinrichtung mit einer ersten und einer zweiten Spannungsquelle (11, 12),  
dadurch gekennzeichnet, dass eine Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 vorgesehen ist und der Gleichspannungskreis (3) des ersten Teilumrichters (1) mit der ersten Spannungsquelle (11) verbunden ist und der Gleichspannungskreis (3) des zweiten Teilumrichters (2) mit der zweiten Spannungsquelle (12) verbunden ist.  
15
10. Antriebssystem mit einem ersten und einem zweiten Antriebsumrichter (13, 14), welche mit einer rotierenden elektrischen Maschine (15) verbunden sind,  
dadurch gekennzeichnet, dass eine Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 vorgesehen ist und der Gleichspannungskreis (3) des ersten Teilumrichters (1) mit dem ersten Antriebsumrichter (13) verbunden ist und der Gleichspannungskreis (3) des zweiten Teilumrichters (2) mit dem zweiten Antriebsumrichter (14) verbunden ist.  
20
11. Umrichtersystem mit einem ersten und einem zweiten Lastumrichter (17, 18) zur Speisung einer elektrischen Last (19),  
dadurch gekennzeichnet, dass eine Umrichterschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 vorgesehen ist und der Gleichspannungskreis (3) des ersten Teilumrichters (1) mit dem ersten Lastumrichter (17) verbunden ist und der Gleichspannungskreis (3) des zweiten Teilumrichters (2) mit dem zweiten Lastumrichter (18) verbunden ist.  
25  
30

03/073

- 15 -

### ZUSAMMENFASSUNG

Es wird eine Umrichterschaltung mit einem ersten und einem zweiten Teilumrichter (1, 2) angegeben, wobei jeder Teilumrichter (1, 2) einen Gleichspannungskreis (3) aufweist und jeweils eine Teilumrichterphase (u1, v1, w1) des ersten Teilumrichters (1) mit jeweils einer Teilumrichterphase (u2, v2, w2) des zweiten Teilumrichters (2) verbunden ist. Weiterhin ist ein Transformator (4) vorgesehen, wobei die Sekundärwicklungen (6) des Transformators (4) mit den verbundenen Teilumrichterphasen (u1, v1, w1, u2, v2, w2) des ersten und zweiten Teilumrichters (1,2) verbunden sind. Damit nahezu keine Amplitudenanteile bezüglich der Schaltfrequenz der Umrichterschaltung bei deren Betrieb in den Ausgangsströmen der Umrichterschaltung und in den Ausgangsspannungen der Umrichterschaltung auftreten, ist jeweils eine Sekundärwicklung (6) seriell in jede Verbindung einer Teilumrichterphase (u1, v1, w1) des ersten Teilumrichters (1) mit einer Teilumrichterphase (u2, v2, w2) des zweiten Teilumrichters (2) eingeschaltet.

Fig. 2a

03/073

- 1/11 -

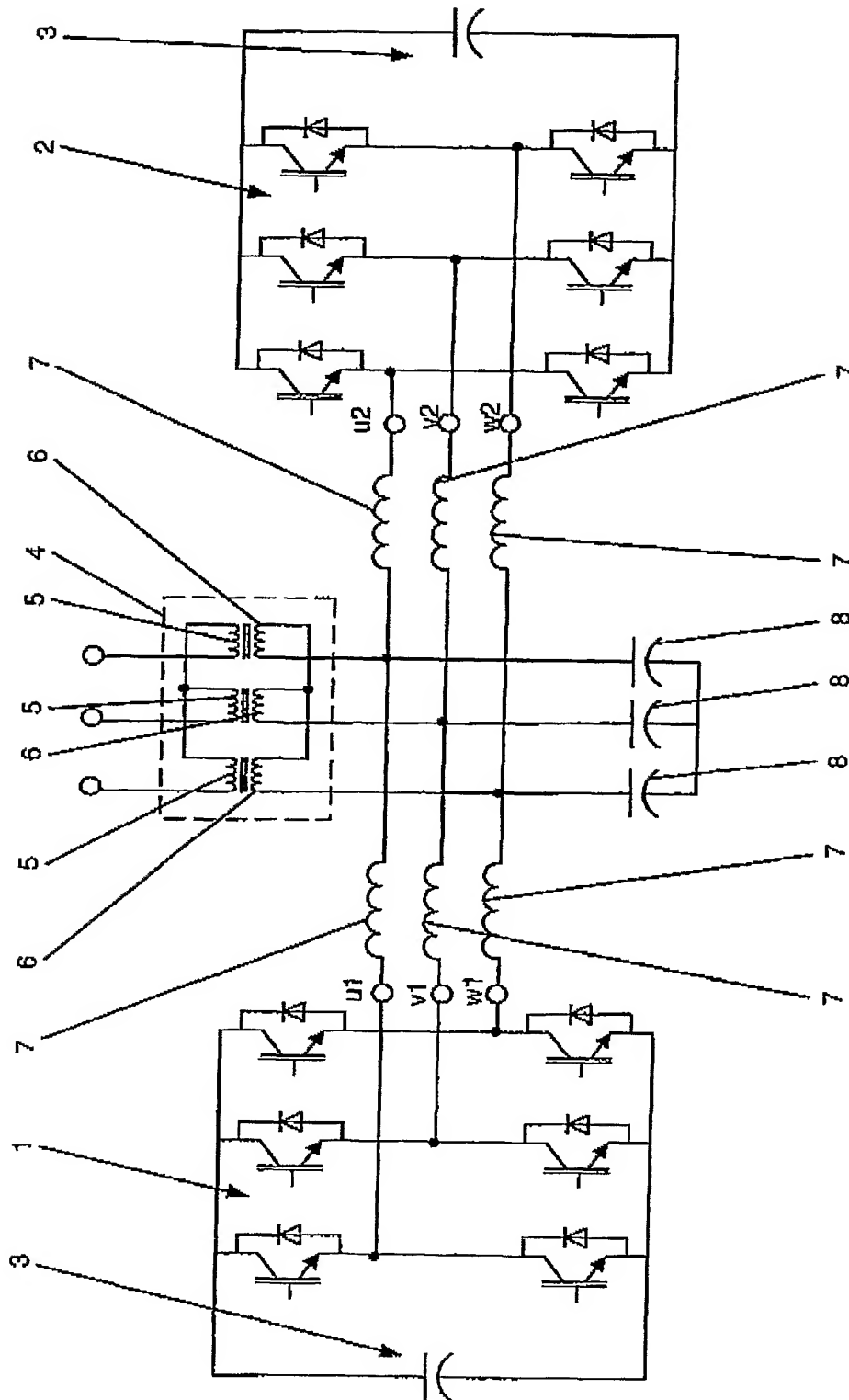


Fig. 1a

03/073

- 2/11 -

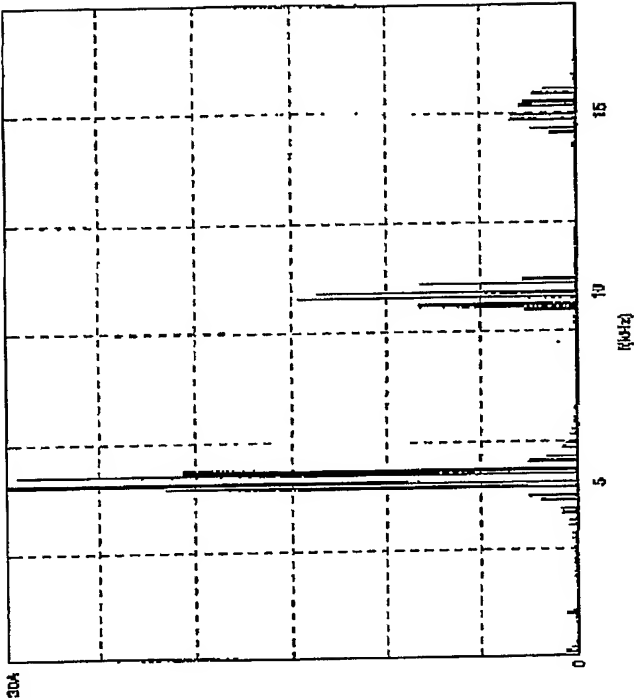


Fig. 1c

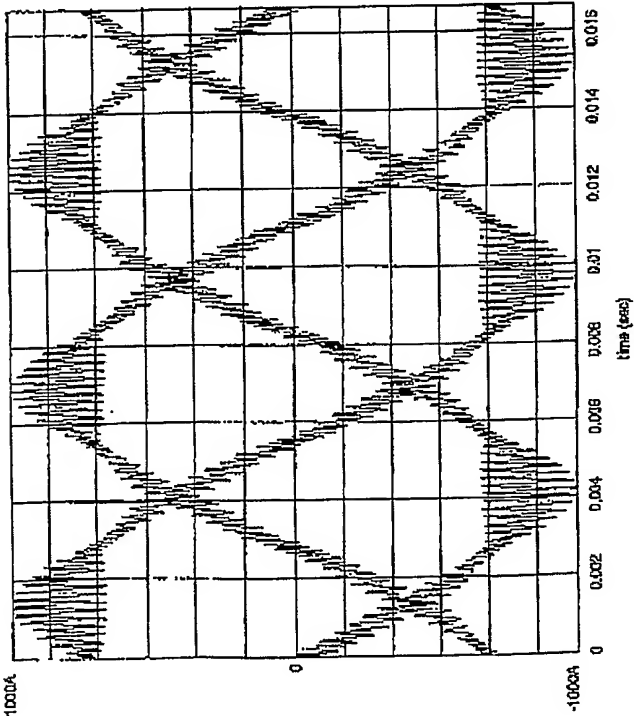


Fig. 1b

03/073

- 3/11 -

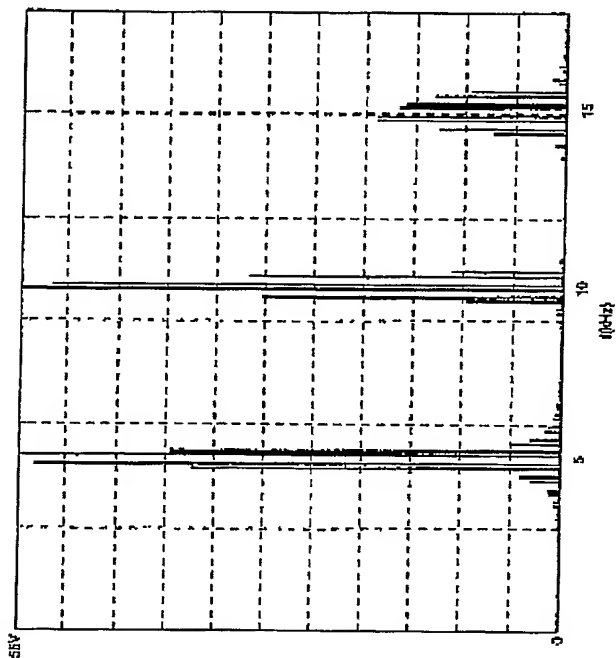


Fig. 1e

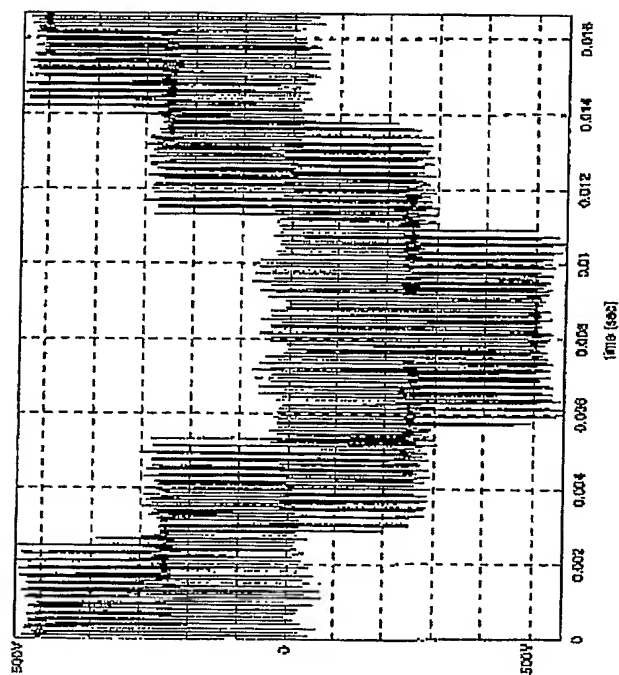


Fig. 1d

03/073

- 4/11 -

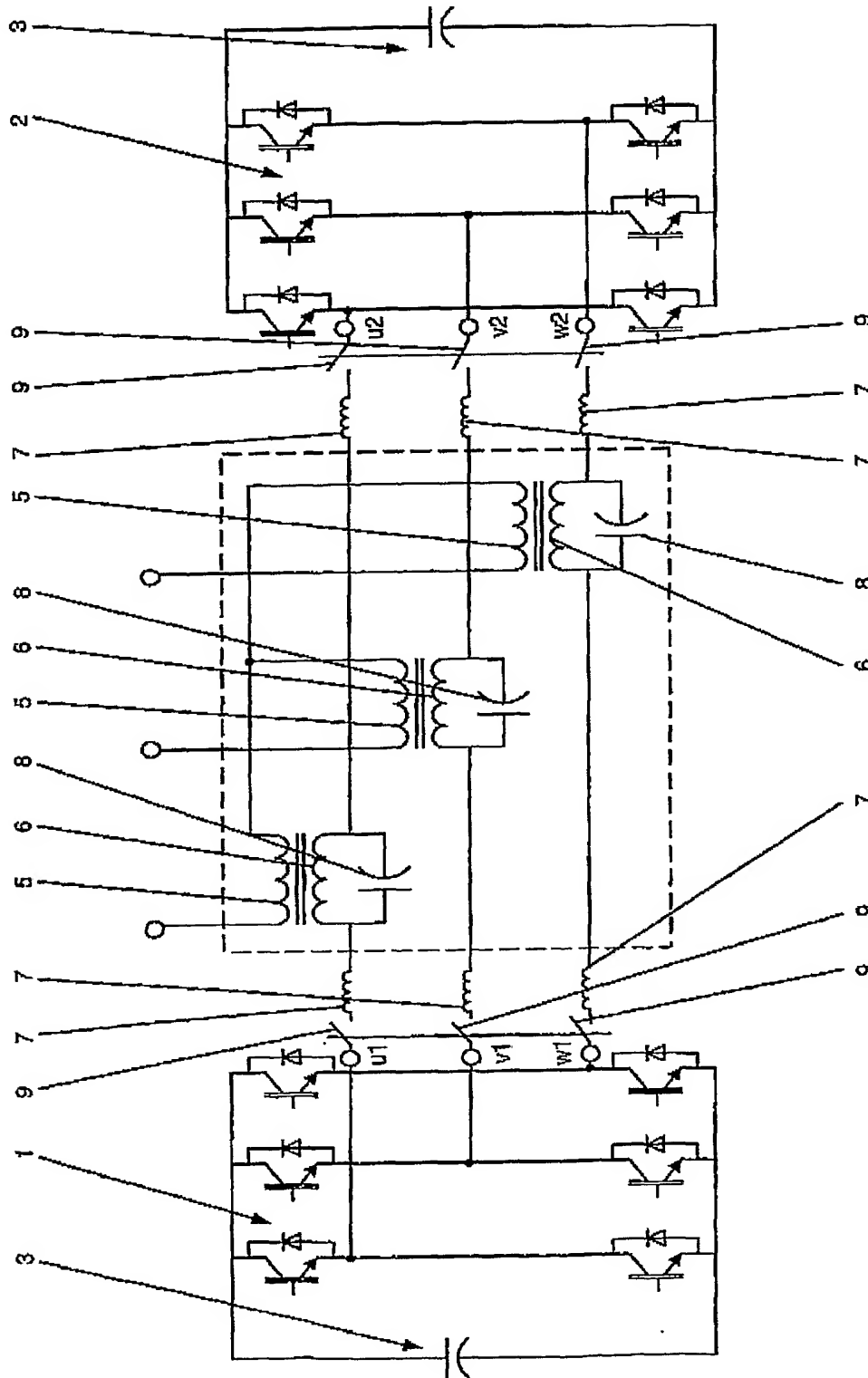


Fig. 2a



03/073

- 5/11 -

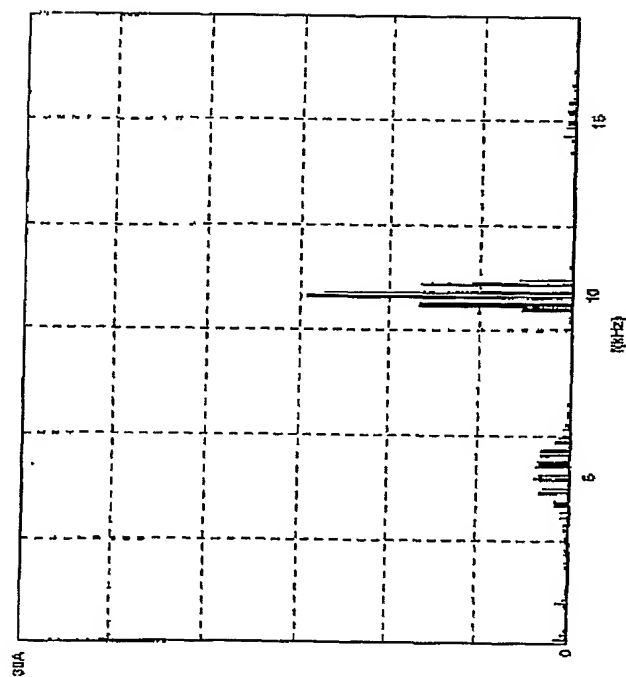


Fig. 2c

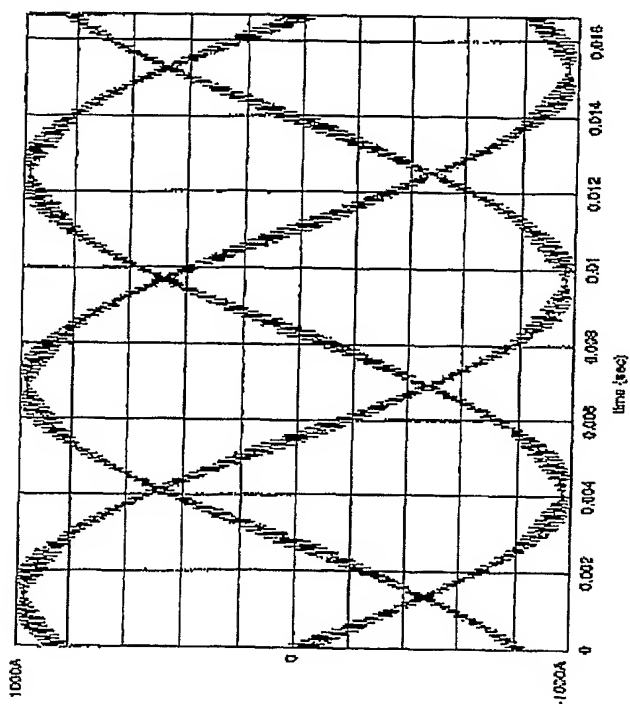


Fig. 2b

03/073

- 6/11 -

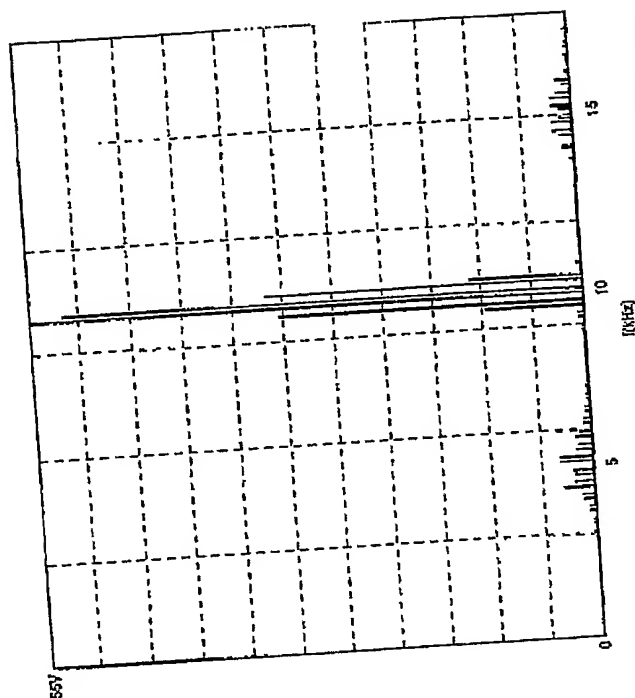


Fig. 2e

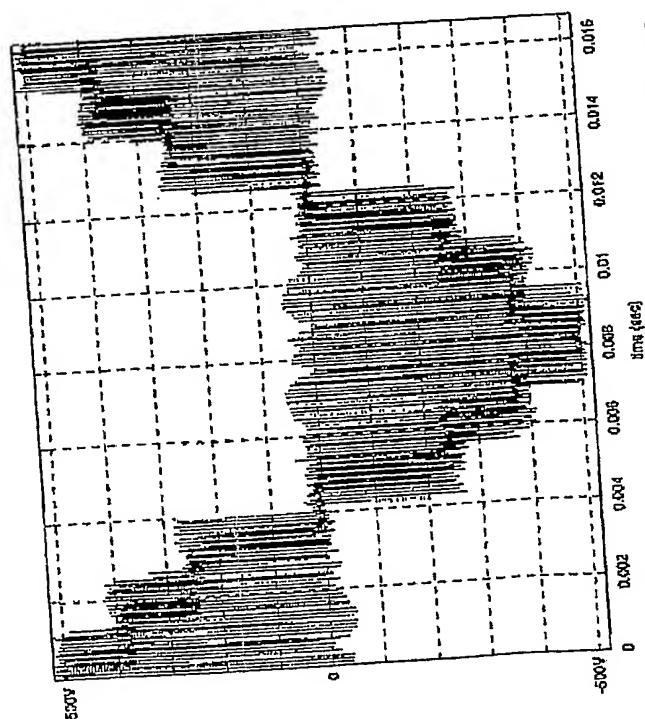
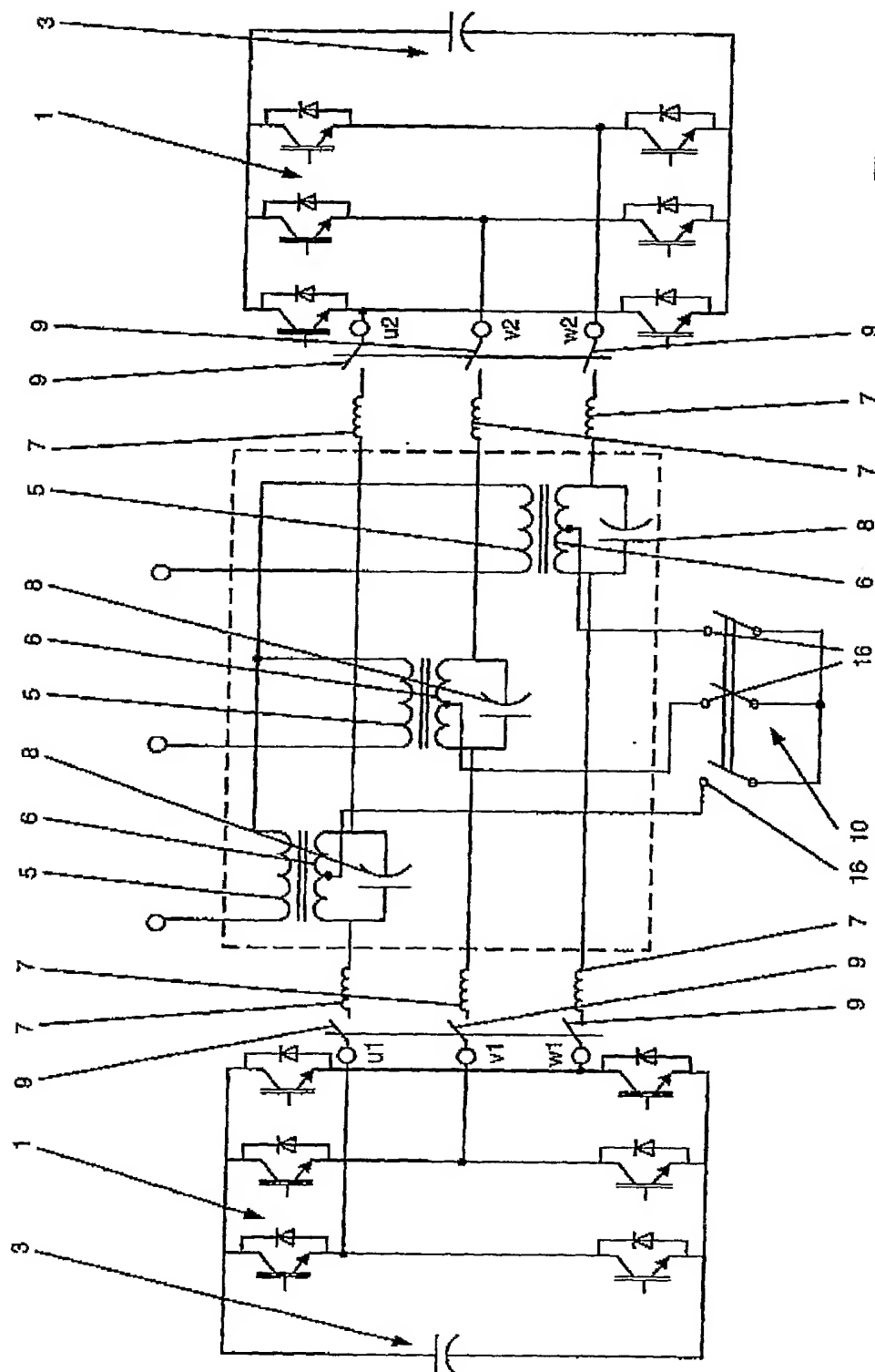


Fig. 2d

03/073

- 7/11 -



03/073

- 8/11 -

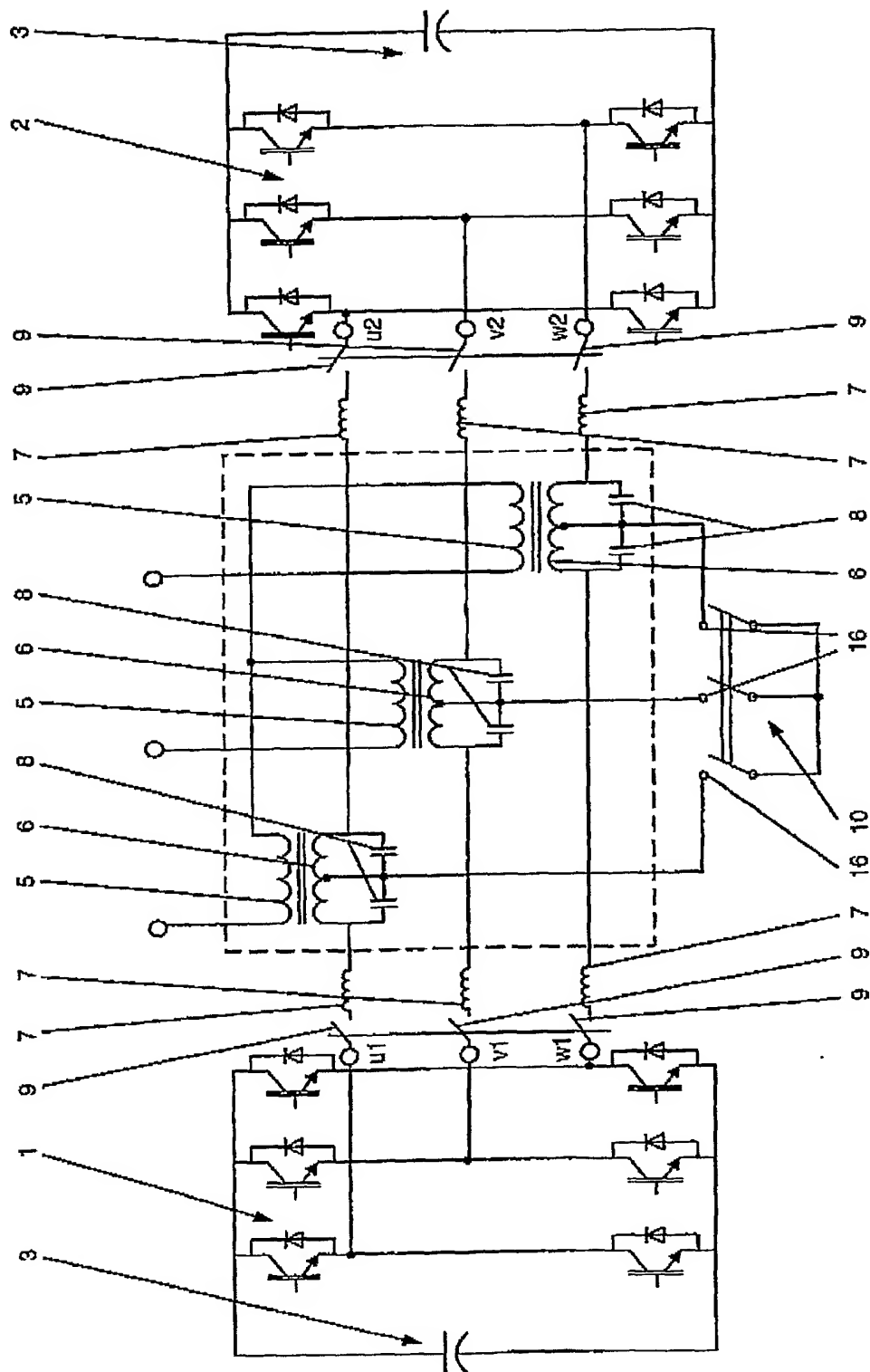
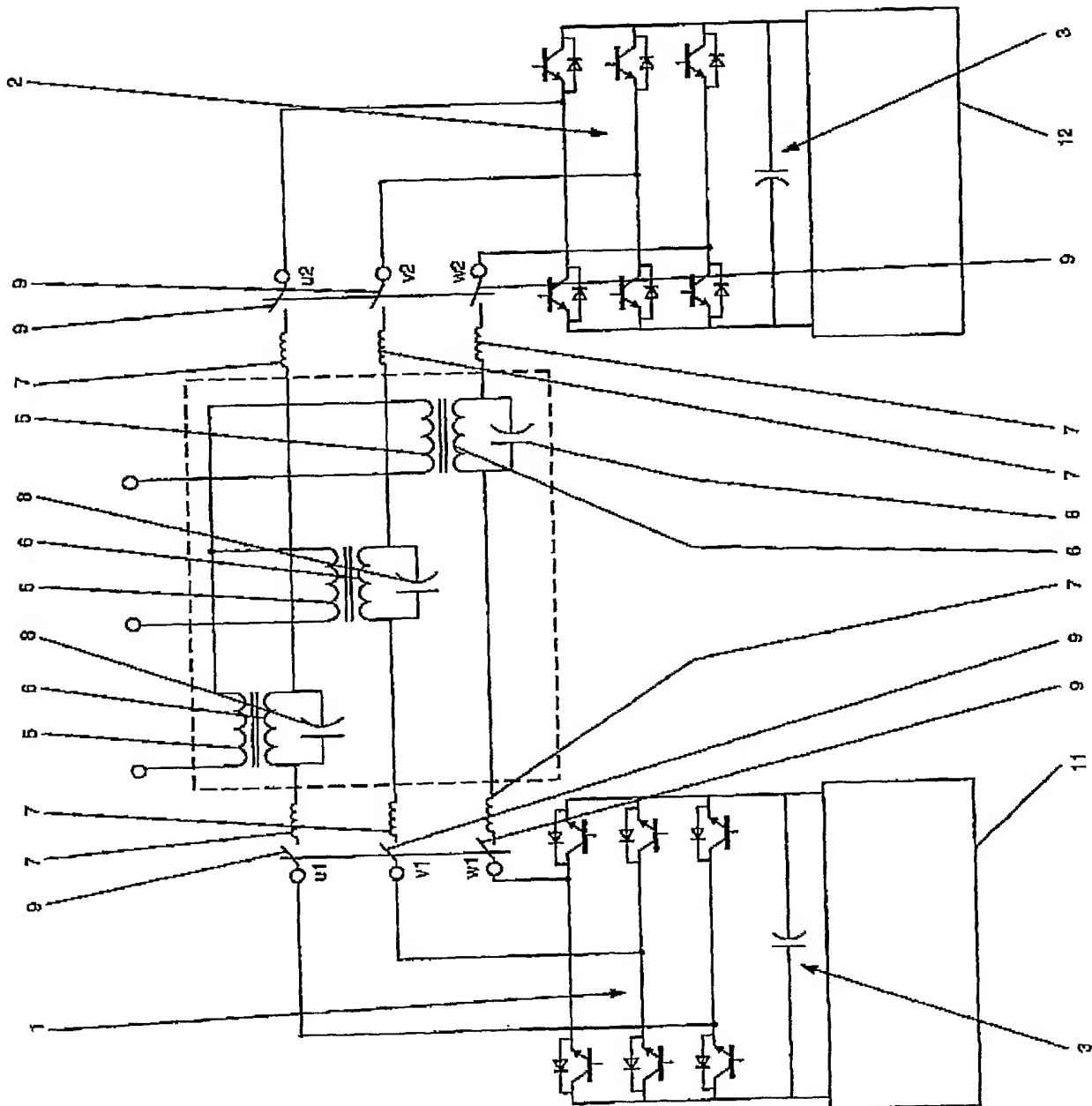


Fig. 4

03/073

- 9/11 -

Fig. 5



03/073

- 10/11 -

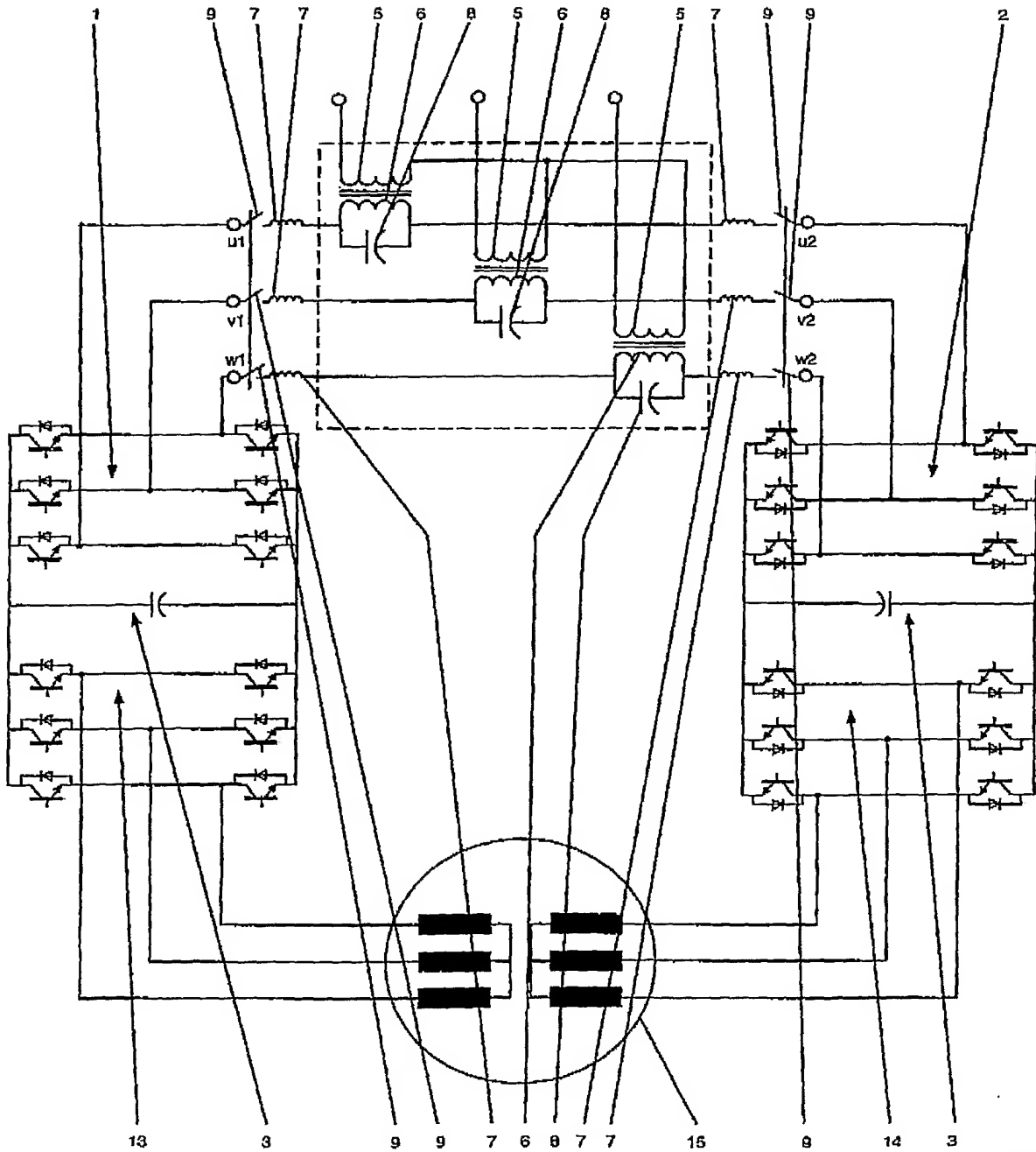


Fig. 6

03/073

- 11/11 -

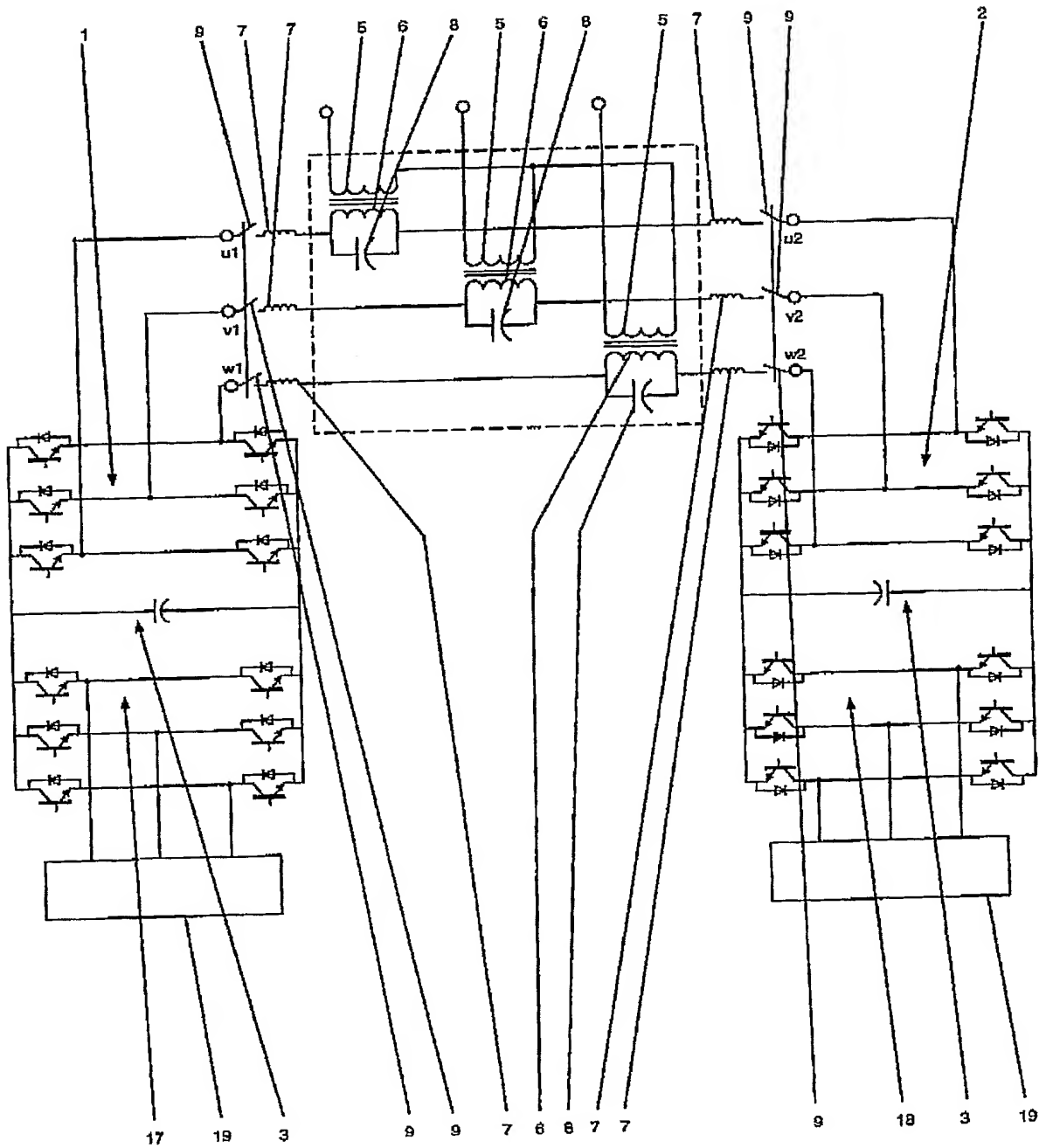


Fig. 7